DIE ENTWICKLUNG
DER
PHYCOMYCETENSPORANGIEN.

INAUGURAL-DISSERTATION
DER
MATHEMATISCHEN UND NATURWISSENSCHAFTLICHEN FACULTÄT
DER
KAISER WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE
VORGELEGT
VON

M. BÜSGEN
AUS WEILBURG.

(SEPARAT-ABDRUCK AUS PRINGSHEIM'S JAHRBÜCHERN FÜR WISSENSCHAFTLICHE BOTANIK BAND XIII, HEFT 2.)

BERLIN, 1882.
DRUCK VON G. BERNSTEIN.
BEHREN-STRASSE 56.

DIE ENTWICKLUNG
DER
PHYCOMYCETENSPORANGIEN.

INAUGURAL-DISSERTATION
DER
MATHEMATISCHEN UND NATURWISSENSCHAFTLICHEN FACULTÄT
DER
KAISER WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE
VORGELEGT
VON

M. BÜSGEN
AUS WEILBURG.

(SEPARAT-ABDRUCK AUS PRINGSHEIM'S JAHRBÜCHERN FÜR WISSENSCHAFTLICHE BOTANIK BAND XIII, HEFT 2.)

BERLIN, 1882.
DRUCK VON G. BERNSTEIN.
BEHREN-STRASSE 56.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552716_0005

Die Entwicklung der Phycomycetensporangien.

Unter dem Namen Phycomyceten werden bekanntlich die Mucorineen, Peronosporeen und Saprolegnieen zusammengefasst.

Die typische ungeschlechtliche Vermehrung der Formen dieser Gruppe findet durch Vermittlung von Zellen statt, welche sich gegen den fadenförmigen Thallus unter Bildung von Querscheidewänden abgrenzen. Insoweit eine solche Zelle bei normaler Weiterentwicklung direct einen Keimschlauch treibt, sei sie hier Spore genannt; wenn sie ihren Inhalt ganz oder theilweise zu einer oder mehreren Zellen umwandelt, welche erst ihrerseits Keimschläuche treiben, heisse sie Sporangium. Von Sporangien in diesem Sinne soll im Folgenden die Rede sein.

Die Producte der Sporangien nenne ich ebenfalls Sporen. Den vielfach angewandten Namen Conidien gebrauche ich hier rein anschaulich für jene Sporen oder Sporangien, welche durch Abschnürung von ihrem Träger frei werden, indem ich seine weitere Bedeutung als hier nicht zur Sache gehörig unerörtert lasse.

Die meiste Beachtung haben unter den Phycomycetensporangien die der Saprolegnieen gefunden, weil sie am längsten bekannt und der Untersuchung verhältnissmässig leicht zugänglich sind. Ihr Bildung wurde von den einzelnen Forschern sehr verschieden aufgefasst, je nach dem Standpunkte, den dieselben der Zellentheorie gegenüber einnahmen.

Unger sah in ihrer Abgrenzung vom Tragfaden ein Beispiel für seine merismatische Zellbildung, welche von der heutigen Zelltheilung nicht verschieden ist, während Pringsheim den Vorgang mit Naegeli als eine freie Zellbildung auffasste. Die einzige Stütze dieser Ansicht war die Beobachtung, dass die Wände der Sporangien mitunter dicker erschienen, als die der übrigen Fadentheile. Unter dem Einflusse der herrschenden Meinungen schloss man daraus, dass innerhalb der Fadenspitze eine neue Zelle mit eigener Membran entstanden sei.

Diese Betrachtungsweise hat seitdem, mit der Klärung der Anschauungen über die Zelle, einer anderen, heute nicht mehr angefochtenen, Platz gemacht. Der Vorgang der Scheidewandbildung war meist im Wesentlichen richtig beobachtet worden. Die Irrthümer lagen nur in seiner Deutung.

Anders steht es mit der Entwicklung des Sporangieninhaltes. Hier hatte die Beobachtung grössere Hindernisse zu überwinden; daher treten in den vorhandenen Darstellungen mancherlei Widersprüche in Bezug auf die bei der Sporenbildung thatsächlich stattfindenden Vorgänge zu Tage. Selbst die Genauigkeit der neuesten Schilderung in Strasburgers Buch über Zellbildung und Zelltheilung (III. Aufl. 1880, p. 56) wurde durch die Auffindung einer neuen Saprolegniee mit anscheinend ganz abweichender Sporenentwicklung in Frage gestellt. Dies gab Veranlassung, eine neue Untersuchung der betreffenden Verhältnisse vorzunehmen.

I.

Die erste ausführliche Beschreibung der Vorgänge im Innern eines Phycomycetensporangiums stammt von Unger (Linnaea 1843. Einiges zur Lebensgeschichte der Achlya prolifera).

Er untersuchte eine auf Goldfischen gewachsene Pflanze, welche jedenfalls in die Gruppe von Saprolegnieen gehört, die Pringsheim Saprolegnia ferax nennt.

Bei der Sporenbildung dieses Pilzes soll zunächst eine Sonderung des Plasmas des Sporangiums in körnigen Schleim und eine homogene Gallerte stattfinden. Der erstere ballt sich nach Unger's Darstellung zu kugeligen Massen zusammen, welche in der übrigen Substanz, eingebettet liegen.

Die Gallerte ist anfangs in ziemlicher Menge vorhanden und erscheint als ein Netz dunkler Streifen zwischen den Kugeln. Allmählich aber verschwindet sie mehr und mehr, während die Kugeln sich ausdehnen, bis sie sich innig berühren und durch den gegenseitigen Druck polygonal werden. Gleichzeitig mit dieser Ausdehnung geht in dem Inhalte der einzelnen Kugeln eine Veränderung vor sich. Derselbe „ballt sich in Partieen zusammen und es entstehen dabei lichtere, blasenförmige Räume gleich unter der Oberfläche", d. h. im Inhalte der Kugeln treten peripherische Vacuolen auf. Nach einiger Zeit gewinnen erstere durch das inzwischen fortgehende Wachsthum des Sporangiums wieder Raum und runden sich nun zu eiförmigen Körpern ab, welche bald anfangen, sich zu bewegen.

Unger erblickte in diesen Vorgängen ein Beispiel seiner intrautriculären Zellbildung, bei welcher sich neue Zellen aus dem Inhalte bereits vorhandener frei hervorbilden sollten. Die Substanz, welche die Sporen von einander trennt, war ihm daher der bei der ersten Formung dieser gebliebene Rest des Mutterzellinhaltes, welcher nachträglich zu ihrer vollen Ausbildung verbraucht wird.

1848 schildert A. Braun in der Verjüngung in der Natur (p. 286 ff.) die Zoosporenentwicklung einer wohl mit der Ungerschen identischen Saprolegnia als ein Beispiel für „Tochterzellbildung durch Theilung einer die Innenwand der Mutterzelle überziehenden Schleimschichte". Er bezeichnet die Sporen als Gonidien.

Die zu ihrer Erzeugung bestimmten keulenförmigen Schlauchenden sind nach ihrer Abgliederung mit körnigem Schleime erfüllt. Der Axe der Keule entlang entstehen in dieser Masse mehrere Höhlungen, welche allmählich in eine einzige, den ganzen Schlauch durchziehende zusammenfliessen. „Der auf diese Weise zu einer dicken, wandbekleidenden Schichte gewordene ‚Inhalt' nimmt nun alsbald eine wellenförmige Oberfläche an, indem sich abgerundete Hügelchen bilden, die sich mehr und mehr hervorheben, während

die zwischenliegenden Vertiefungen immer tiefer einschneiden und zuletzt bis zur Zellwand vordringen. Auf diese Weise theilt sich die Schleimschicht in zahlreiche, der Zellwand flach ansitzende Halbkugeln, die sich jedoch sofort zu vollständigen Kugeln runden, indem sie sich gleichzeitig von der Zellwand ablösen. Hiermit ist die Bildung der Gonidien vollendet."

Von einem Aufquellen der Sporen bis zu gegenseitiger Berührung und damit gleichzeitiger Vacuolenbildung scheint Braun nichts gesehen zu haben. Auf den nicht aus „körnigem Schleime" bestehenden Theil des Sporangiuminhaltes legt er kein Gewicht, weil derselbe, seinem Schema zufolge, mit der eigentlichen Sporenbildung nichts zu thun hat.

A. Braun's Schrift wurde erst 1851 grösseren Kreisen zugänglich. Die beiden folgenden Beobachter kennen seine Ansichten noch nicht.

Thuret (Annales des sc. nat. s. III. t. 14, 1850) stellt die Zoosporenbildung der Saprolegnieen dar als Coagulation des Protoplasmas zu kleinen Partieen, die allmählich immer schärfer begrenzt werden und endlich als Sporen ausschwärmen.

Ausführlichere Angaben macht Pringsheim im folgenden Jahre in seiner „Entwickelungsgeschichte der Achlya prolifera" ([später Saprolegnia ferax Pringsm.] N. A. A. L. C. N. C. t. XXIII. 1851). Seine Darstellung der Sonderungsvorgänge stimmt im wesentlichen mit der Braun's überein; doch hat er schon erkannt, dass die Wandständigkeit der Protoplasmamasse für die Sporenbildung keine besondere Bedeutung hat, sondern nur mit der grösseren oder geringeren Erfüllung des Sporangiums mit Protoplasma zusammenhängt (l. c. p. 443). Näheres über diesen Zusammenhang gibt er freilich nicht an.

Die Abscheidung einer sich bei der Sporenbildung zwischen die Protoplasmatheile lagernden Gallerte, welche Unger behauptet hatte, stellt er ausdrücklich in Abrede, und die von demselben Autor als blasenförmige Räume innerhalb der Sporen angegebenen Vacuolen erklärt er für Löcher in den Sporenmembranen (l. c. p. 406).

Eine Erscheinung, welche bei Ausübung eines Druckes auf in der Entwicklung begriffene Sporangien beobachtet werden soll, nämlich ein völliges Verschwimmen der schon gesonderten Sporen inein-

ander (l. c. p. 432—433), erinnert wieder an die von Braun und Thuret nicht erwähnte Ausdehnung der gesonderten Plasmastücke bis zu inniger Berührung bei Unger.

Die Untersuchung von Saprolegnien war mit Pringsheim's Schrift für lange Zeit abgeschlossen; aber schon 1852 veröffentlichte de Bary in der Botanischen Zeitung eine Beschreibung der Zoosporenentwicklung einer Achlya. Hier wurde die Unger'sche Gallerte wieder beobachtet. De Bary beschreibt sie als „eine die Sporen umhüllende, durchsichtige Masse, in welche diese wie eingebettet erscheinen, und welche nach vollendeter Abgrenzung der Sporen als feine, helle Streifen zwischen je zweien sichtbar ist." Ihrer Herkunft nach soll sie ein Sekret der eben aus dem Protoplasma gebildeten Sporenzellen sein, „da sie vor der Entstehung dieser nicht vorhanden war und auf die Bildung der Sporen der ganze Inhalt des Sporangiums verwendet wurde". Als neue Beobachtung tritt zu den früheren hier die hinzu, dass die Sporen kurz vor ihrem Austritt merklich durchsichtiger wurden und sich nach der Mitte des Sporangiums bis zu vollkommenem Undeutlichwerden ihrer Contouren zusammenzogen.

In den folgenden Jahren wurde bei den Pythien und anderen Peronosporeen, namentlich von de Bary, vielfach Vacuolenbildung bei der Entwicklung der Sporen beschrieben, bei Cystopus candidus auch eine Aenderung der Plasmastructur während der Sonderung (Annales des sc. nat. s. IV. t. XIII. 1860 u. s. IV. t. XX. 1863). Eine Gallerte wird in diesen Fällen nicht erwähnt.

Bei Aphanomyces konnte de Bary in den Zwischenräumen zwischen den Sporen im Sporangium nur „wässerige Flüssigkeit" nachweisen (Pringsh. Jahrb. II. p. 171); aber bei dem Austritt zeigte sich jede von einer farblosen Masse „höchst wahrscheinlich einer sehr dünnen Gallerte" umgeben, deren Aufquellen durch endosmotisch eingedrungenes Wasser die wahrscheinliche Ursache der Sporangienentleerung sein sollte. Die Sonderungsvorgänge schienen von den bisher beobachteten ganz abzuweichen. Lange Aeste der dünnen Pilzfäden wurden zu Sporangien. Ihr Plasma sonderte sich in abwechselnde dunkle, körnige und helle, hyaline Querzonen. In den letzteren fanden Einschnürungen statt, die zur Trennung der dann in einer Reihe hintereinander liegenden Sporen führten.

An eine andere Entstehung der Gallerte als durch Sekretion aus den Sporen konnte auch hier nicht wohl gedacht werden.

Im Jahre 1870 machte Walz wieder eine Saprolegnia zum Gegenstand genauer Untersuchungen. In einem Aufsatze über die Entleerung der Zoosporangien schildert er die Entwicklung der Sporen von S. monoica Pringsh. (Bot. Zeit. 1870). Er sah die schon gesonderten Sporen wieder so vollkommen zusammenfliessen, „dass ihre Existenz nur noch durch ihre Kerne merklich war". Später, kurz vor dem Ausschlüpfen, wurden die Contouren wieder deutlich.

Eine Zwischensubstanz — so darf die Unger'sche Gallerte nun wohl bezeichnet werden — wird nicht erwähnt. Die Entleerung des Sporangiums soll durch Quellung einer inneren Membranschicht, bei Saprolegnia de Baryi auch durch Aufquellen der Sporen selbst, bewirkt werden.

Zwei Jahre später erschien das erste Heft der Untersuchungen Brefelds über die Schimmelpilze. „Die Sporen" (von Mucor Mucedo), heisst es dort, „berühren sich nicht gegenseitig, sondern sind von Anfang ihrer Entstehung an durch eine Demarcationssubstanz getrennt, die bei der Entleerung des Sporangiums eine Rolle zu spielen bestimmt ist."

Hiermit war zum ersten Male eine mit der Ansicht de Bary's über die Entstehung der Zwischensubstanz nicht übereinstimmende Behauptung ausgesprochen. Ihr zufolge mussten bei den Mucorinen die Sporen durch freie Zellbildung entstehen, während sie nach de Bary bei den Saprolegnieen und Peronosporeen durch simultane Theilung des Plasmas sich bildeten.

Es war nicht wahrscheinlich, dass so gleichartige Gebilde auf zwei, den damaligen Ansichten nach so grundverschiedene Weisen producirt würden. Strasburger übertrug denn auch seine an Saprolegnien gemachten Beobachtungen durch einen Analogieschluss auf Mucor. (Zellbildung und Zelltheilung, III. Aufl. 1880, p. 63). Er fasst die Sporenbildung der Saprolegnieen als besonders schönes Beispiel für die „freie Zellbildung im weiteren Sinne" (p. 38 u. 56) Das Protoplasma der Sporangien soll unter Bildung von Zellplatten einfach getheilt werden. Die Zellplatten sollen sich entweder direct in feste Cellulosewände verwandeln (Zellnetzsporangien bei Dictyuchus), oder zum Theil zu einer hyalinen, schleimigen Grundsubstanz ver-

quellen, welche bei der Entleerung der Sporen eine Rolle spielt und als Zwischensubstanz bezeichnet wird (Saprolegnia, Leptomitus, Achlya etc.). Nur in einem inhaltarmen Saprolegniasporangium sah Strasburger die in messbaren Entfernungen von einander angelegten „Schwärmer“ rasch bis zur gegenseitigen Berührung aufquellen. „Sie platteten sich sogar gegeneinander ab und wurden polygonal, blieben aber durch helle Substanzstreifen getrennt, ganz so, als wären sie in seitlicher Berührung entstanden.“ Ausserdem beobachtete er an Sporangien, die unter Deckglas, „also jedenfalls unter erschwerenden Verhältnissen“ sich zu entwickeln hatten, „dass die Anlage der Sporen, die bereits zur Abgrenzung durch körnige Zellplatten gediehen war, plötzlich wieder rückgängig wurde. Gleichmässig vertheiltes Protoplasma erfüllte wieder das Sporangium, doch schon nach kurzer Zeit, und nun meist auffallend rasch, wurde die fortschreitende Sonderung wieder aufgenommen. In Sporangien, die ich in feuchten Kammern im Tropfen an der Innenseite des Deckglases schwebend beobachtete, war die Sonderung des Inhaltes stets mit dem ersten Male definitiv vollzogen.“

Im Anfange dieses Jahres gab mir Herr Professor de Bary eine neue Saprolegniee, welche er Dictyuchus clavatus nannte.

Die bei der Sporenbildung dieser Species auftretenden Vorgänge liessen mich vermuthen, dass die verschiedenen Angaben der Autoren — über Aufquellen oder vollständiges Verschwimmen der Sporen nach anscheinend schon beendeter Sonderung, über Veränderungen in der Plasmastructur während der Sporenbildung und über das Erscheinen von Vacuolen — auf ein bis jetzt noch nicht vollständig beobachtetes Zwischenstadium hinweisen möchten.

Es war die Aufgabe weiterer Untersuchungen, festzustellen, ob ein solches vorhanden sei, und eventuell zu prüfen, ob das Schema Strasburgers sich auch dann noch auf die Sporenbildung anwenden lasse.

Die meisten der zu untersuchenden Saprolegnieen wurden in Bechergläsern mit oft erneuertem Wasser auf Mehlwürmern und Fliegen, die Pythiumarten und Phytophthora ebenso auf jungen Pflanzen von Lepidium sativum cultivirt. Zur Beobachtung der Sporangien anderer Peronosporeen wurden die mit diesen behafteten Nährpflanzen morgens vom Standorte geholt und dann meist sofort

Aussaaten in Wassertropfen gemacht. Um Störungen, welche durch Druck hervorgerufen werden könnten, auszuschliessen, musste die Entwicklung der Sporangien im hängenden Tropfen beobachtet werden. Bei der Geschwindigkeit, mit welcher einzelne Stadien verlaufen, und der schwankenden Zeitdauer anderer erwies es sich als nöthig, die Sporangien von ihrer Abschliessung gegen den Tragfaden an bis zum Ausschlüpfen der Sporen ununterbrochen unter den Augen zu behalten.

II.

Bei den pleuro- und acro-blasten Peronosporen wandert das Plasma bei der Keimung der Conidie einfach in den von dieser getriebenen Keimschlauch über. In diesen einfachsten Vorgang ist bei Peronospora densa nnd P. macrocarpa ein Zwischenstadium eingeschoben. Bei den genannten Arten verlässt nämlich das Protoplasma die Conidie und umgibt sich, zur Kugel gerundet vor der Austrittsöffnung liegend, mit einer neuen Membran. Die so entstandene Spore treibt dann erst einen Keimschlauch.

Die Pythiumarten bilden aus dem ausgetretenen Sporangiuminhalte eine Mehrzahl von Sporen, welche nach einer kurzen Schwärmzeit erst Membran erhalten und keimen.

Bei den zoosporenbildenden Peronosporaarten, ferner bei Cystopus und Phytophthora zerfällt das Plasma in der Regel schon vor dem Austritt in ohne Häutung keimfähige Schwärmer. Dieselben bleiben aber häufig — namentlich bei Cystopus — noch eine Zeitlang so eng verbunden, dass man einen ungetheilten mit Cilien versehenen Plasmakörper im Wasser sich umherbewegen zu sehen glaubt, der sich endlich in Sporen auflöst.

Die Sporen der Saprolegnieen werden allgemein im Innern der Sprangien fertig ausgebildet; sie häuten sich aber dann noch vor der Keimung. Diese Häutung findet bei Saprolegnia nach einer kurzen Schwärmzeit statt; bei Achlya und Aphanomyces, nachdem die Sporen nach ihrem Austritt einige Stunden unmittelbar vor der

Sporangienöffnung geruht haben; bei den Dictyuchusarten im Innern der Sporangien selbst. Die Sporen von Dictyuchus monosporus, D. Magnusii und D. polysporus durchbrechen beim Austritt die Sporangiummembran an vielen Stellen, während dieselbe bei Dictyuchus clavatus sich auflöst. Bei den drei erstgenannten Arten bilden die von den ausgeschlüpften Zoosporen zurückgelassenen Häute ein zartes Fachwerk in dem durchlöcherten Sporangium (Zellnetzsporangien); bei Dictyuchus clavatus werden sie von einer schleimigen Substanz, welche später weitere Erwähnung finden wird, zu einem lockeren Haufen verklebt.

Die Auflösung der Membran geschieht auch bei den Mucorsporangien, welche das letzte Glied der Reihe bilden. Dieselben enthalten bei der Reife direkt keimfähige, mit fester Membran umgebene Sporen neben einer sehr quellbaren Substanz, welche die Entleerung befördert. Die einzelnen Gruppen, welche diese vom einfachen zum complicirteren aufsteigende Reihe zusammensetzen, sollen nun, in etwas anderer Folge, specieller betrachtet werden.

1. Dictyuchusgruppe.

a) Dictyuchus clavatus[1]) de Bary n. sp.

Der Hauptunterschied des Pilzes gegenüber Achlya polyandra liegt in der Sporenentwicklung.

Die Sporangien finden sich einzeln oder zu cymösen Sporangien-

---

1) Die Pflanze zeigt in vielen Punkten, namentlich auch in der Stärke der Fäden, grosse Aehnlichkeit mit einer Achlya. Die vom Substrat abstehenden Schläuche auf Mehlwürmern gewachsener Exemplare sind starr und vor der Sporangienbildnng meist unverzweigt. Die Stellung der kugeligen bis kugelig-birnförmigen Oogonien und die Structur der Oosporen stimmen ganz mit den entsprechenden Verhältnissen bei Achlya polyandra überein. Die Zahl der Oosporen beträgt meist 6—8; doch wurden auch mehr oder weniger, 1—13, gezählt.

Die Antheridien bildenden Nebenäste gleichen an Gestalt ebenfalls denen der genannten Achlya. Sie entspringen häufig den Oogonien tragenden Fäden. Dann versorgen sie aber relativ selten die ihnen benachbarten Oogonien. Sie ziehen sich vielmehr meist weit durch den Rasen hin und legen sich den Eibehältern anderer Hauptschläuche an. Dabei können an ihnen selbst Oogonien entstehen. Andre Fäden zeigten, soweit sie verfolgt werden konnten, nur Oogonien oder nur Antheridienäste.

ständen wie bei Achlya zusammengestellt. Die meisten bilden Keulen, welche etwa zweimal so lang als breit sind; doch kommen auch bedeutend längere und fast ganz kugelige vor. Bei ihrem wechselnden Umfange ist die Zahl der in ihnen enthaltenen Sporen, welche immer annähernd gleich gross sind, sehr verschieden. Bei einigen 3—4 nicht übersteigend, betrug sie in anderen wohl über hundert. Um die Zeit der Reife eines Sporangiums beginnt sein Tragfaden seitlich auszuwachsen, um nach längerem oder kürzerem Wachsthum ein neues zu erzeugen; eine Art der Verjüngung, durch welche schliesslich cymöse Verzweigung der Fäden hervorgebracht wird (Fig. 1, 2, 3).

Den Beginn der Sporangienbildung bezeichnet eine Ansammlung von ziemlich gleichmässig körnigem Protoplasma in dem keulenförmig anschwellenden Fadenende, welche sich allmählich durch eine Zone hyaliner Substanz vom übrigen Fadeninhalte abtrennt. Innerhalb der hyalinen Zone entsteht eine Querscheidewand, die häufig etwa die doppelte Dicke der übrigen Theile der Fadenmembran erreicht und sich in letztere auskeilt. Das Vorhandensein der Wand liess sich durch Reagentien erst nachweisen, wenn sie bereits den ganzen Faden durchsetzte; doch sieht man häufig die Trennung des Plasmas allmählich vom Rand nach der Mitte hin vorschreiten (Fig. 1a).

Das abgeschiedene Protoplasma erfüllt das Schlauchende entweder ganz, oder es umschliesst noch eine oder zwei axile Vacuolen von wechselnder Grösse. Seine Bewegung wird bald unregelmässig und hört endlich ganz auf.

Nicht lange nachher theilt sich das gesammte Protoplasma durch Platten, welche aus ziemlich gleich grossen Körnchen bestehen, in bald mehr, bald weniger regelmässig polygonale Portionen. Im optischen Durchschnitte stellen sich die Platten als einfache Körnchenlinien dar, welche wie ein Netz das Sporangium überziehen (Fig. 4). An ihrer Stelle erscheinen allmählich hyaline Streifen, die anfangs sehr schmal sind, schliesslich aber breiter als die Sporangienwände, an einzelnen Punkten selbst breiter als die durch sie getrennten Partieen körnigen Plasmas werden (Fig. 5). Die Substanz dieser Streifen, die sogenannte Zwischensubstanz, verdankt ihre Entstehung mindestens einem Theile der Körnerplatten, wie Strasburger für

Saprolegnia angibt (l. c. p. 56). Einmal nämlich taucht sie genau an der Stelle der früheren Platten auf, und dann sind in den Plasmaportionen die Körner jetzt nicht dichter aneinandergedrängt, als sie vor der Streifenbildung waren, obwohl die körnige Masse jetzt einen bedeutend geringeren Raum einnimmt als früher. Es müssen Körner verschwunden sein.

Nachdem der beschriebene Zustand einige Zeit (fünf Minuten bis dreiviertel Stunden) angedauert, verschwinden die Streifen, von einem oder mehreren Punkten des Sporangiums, die nicht gerade die Enden zu sein brauchen, anfangend, vollständig. Der ganze Inhalt erscheint jetzt gleichmässig körnig und bedeutend durchsichtiger als früher. Letzteres wohl deshalb, weil die Zwischensubstanz nicht wieder in Körner zurückverwandelt, sondern unter das übrige Plasma vertheilt worden ist.

Nach wenig Augenblicken treten kleine, runde Vacuolen auf, welche in ungefähr gleichen Abständen durch das ganze Protoplasma vertheilt sind und an Zahl die früheren Theilstücke weit übertreffen (Fig. 6). Sie befinden sich in fortwährender Bewegung, indem einzelne unsichtbar werden, um bald an derselben Stelle wieder aufzutauchen, andre ganz verschwinden und neue sich zwischen die ersten, simultan entstandenen einschieben. Dieser Wechsel währt nur Sekunden oder höchstens wenige Minuten lang. Dann werden die Vacuolen undeutlicher. Zugleich erscheint ein Netz feiner Trennungslinien, welche, soweit sich erkennen lässt, dieselbe Lage einnehmen, wie früher die hyalinen Streifen. Ein Theil der Vacuolen bleibt an den Knoten des Netzes sichtbar, während ein anderer durch etwa in der Mitte der Maschen gelegene grössere helle Flecke ersetzt wird (Fig. 7).

Die Trennungslinien dieses Stadiums bestehen anfangs ebenso aus Körnchen wie die früheren. An ihrer Stelle finden sich später sehr schmale Streifen von homogener Zwischensubstanz, und zu beiden Seiten von diesen die scharfen Linien, welche die Grenzen der Sporen andeuten. Während des Uebergangs der Körnchen in diese beiden Elemente scheint die Sonderung der Sporen häufig wieder zu verschwinden. Bei genauerer Beobachtung kann man sich jedoch überzeugen, dass sie auch in diesen Fällen noch vorhanden ist. Wahrscheinlich ist der Vorgang der, dass die Körner zu

zarten Platten verschmelzen, welche sofort quellen und sich dann in eine mittlere und zwei äussere, resistentere Schichten differenziren.

Die jungen Sporen sind anfangs polygonal, runden sich aber nach und nach vollkommen ab. Gegenüber den Theilstücken der ersten Sonderung sind sie durch sehr scharfe, regelmässige Umrisse, helleres und gleichmässigeres Plasma und die von dem homogenen Zustande gebliebenen hellen Flecke und Vacuolen ausgezeichnet (Fig. 8).

Während sich die geschilderten Vorgänge im Innern des Sporangiums abspielen, erleidet die Membran bemerkenswerthe Veränderungen.

Noch nach der Bildung der Querscheidewand ändert sie mitunter ihre Gestalt, indem manche Unregelmässigkeiten in der Form der Sporangien, welche durch seitliches Auswachsen des Tragfadens unter den terminalen Sporangien entstanden sind, ausgeglichen werden. Zur Zeit der Verquellung der ersten Körnerplatten beginnt sie dünner und dünner zu werden und nach Vollendung der Ausbildung der Sporen schwindet sie bis auf eine am Grund des Sporangiums stehen bleibende Manschette (Fig. 1 u. 2 m). Oft wird sie auch ganz unsichtbar, seltener nur eine kreisförmige Stelle an ihrem Scheitel (Fig. 3 m). Die Querscheidewand ändert während der Inhaltsformung ihre Lage. Anfangs plan, dann häufig von dem Sporangium aus concav, wird sie schliesslich meist allmählich, zuweilen aber auch mit einem Ruck, in das Sporangium hinaufgewölbt. Pringsheim und de Bary haben ähnliche Vorgänge bei anderen Saprolegnieen beobachtet und aus dem im Tragfaden während der Sporenbildung fortdauernden Wachsthum erklärt.

Sobald das gänzliche Verschwinden der Membran, welche schon vorher weicher geworden war und sich den Sporen eng angeschmiegt hatte, durch eine über den aufzulösenden Theil hinlaufende, schwache Aufhellung angezeigt ist, sieht man die Sporen etwas auseinanderrücken. Einzelne entfernen sich dabei eine kleine Strecke vom Haufen der übrigen, bleiben aber doch durch die schleimige Zwischensubstanz mit ihm verbunden, bis sie sich ihrer Häute entledigt haben. Das Schwärmen unter dem Mikroskop zu beobachten gelang nicht. Es wurden nur Haufen leerer, durch die Zwischen-

substanz verklebter Häute gefunden, welche an Stelle der Sporangien lagen, oder Sporen, die ohne Häutung gekeimt hatten.

In einem Falle nur bewegten sich die wenigen, vom Haufen getrennten Sporen sofort einige Zeit wankend gegeneinander, häuteten sich dann und schwärmten. Ihre Zahl war leider zu gering, um über die Cilien sicheren Aufschluss geben zu können.

b) Dictyuchus monosporus Leitgeb (Pringheims Jahrb. VII. p. 358 ff.).

Die Sporangien dieser Pflanze sind lang und schmal, meist nicht viel dicker, als der Tragfaden, und haben die Eigenthümlichkeit, zur Zeit der Reife abzufallen. Sie besitzen nämlich dicht über der Querscheidewand eine ringförmige Stelle von geringerer Festigkeit, welche bei den kleinen Veranlassungen, wie sie Wasserströmungen, Zerrung durch Weiterwachsen des Tragfadens geben, mehr oder weniger regelmässig durchrissen wird. Leitgeb schildert die Entwicklung der Zoosporen ganz von der des Dictyuchus clavatus abweichend. Er sagt (l. c. p. 359): „Das Ende des Schlauches schliesst sich durch eine Membran vom Tragfaden ab. In dem granulösen Inhalte beobachtet man bald zahlreiche, in ziemlich gleicher Entfernung von einander auftretende helle Flecke (Vacuolen), die nach der in kurzer Zeit darauf eintretenden Scheidewandbildung in der Mitte der Sporen gelegen erscheinen. Ich bemerke ausdrücklich," fährt er fort, „dass vor dem Auftreten der Scheidewände eine Abgrenzung der Sporen von einander nicht zu beobachten ist."

Meine Untersuchungen haben mir gezeigt, dass D. monosporus ganz ähnliche Veränderungen im Sporangien-Inhalt erfährt, wie D. clavatus. Nur ist bei jenem schon die erste Sonderung von dem Auftreten einiger hellen Flecke begleitet. Wenn Leitgeb diese unter seinen Vacuolen versteht, so hat er das Zusammenfliessen der bei der provisorischen Trennung gebildeten Portionen übersehen, was bei der Schnelligkeit, mit welcher der homogene Zustand passirt wird, leicht möglich ist. Andernfalls war in dem Sporangium, welches er bei seiner Beschreibung im Sinne hatte, gerade, als er die Betrachtung begann, die erste Sonderung verschwunden, so dass er nur die zweite Hälfte der ganzen Entwicklung zu Gesicht bekam.

Mehrere Stunden nach der Beendigung der Formung treten die Sporen ganz so aus, wie Leitgeb beschreibt, um nach einer Schwärmzeit von zehn bis fünfzehn Minuten sich mit Membran zu umgeben und zu keimen.

2. Saprolegniagruppe.

Zu dieser Gruppe kann ausser Saprolegnia Leptomitus lacteus Agh. gestellt werden, obgleich bei diesem Pilze nur monoplanetische Schwärmer beobachtet wurden. Die Vorgänge im Innern der Sporangien stimmen bei beiden Gattungen ganz überein; nur bildet Leptomitus meist weniger Sporen.

a) Leptomitus lacteus Agh. bildet gabelig verzweigte Fäden, welche an bestimmten Stellen bis etwa auf ein Drittel ihres Durchmessers eingeschnürt erscheinen. Die Entfernung zwischen den Einschnürungen variiren von der einfachen bis zur zehn- und mehrfachen Breite des Zelllumens. Die ganze Pflanze ist schwächer gebaut als die Dictyuchusarten und hat meist etwa ein Drittel bis halb so dicke Fäden. Nur die älteren Theile werden stärker. Das spärlich mit Körnern versehene Protoplasma bedeckt in dünner Schicht die Wandung und zeigt ziemlich lebhafte Bewegung. Es führt zwischen je zwei Strikturen des Fadens eine mässige Anzahl kleiner, linsenförmiger Kerne mit rundem Kernkörperchen, welche in der lebenden Pflanze kaum sichtbar sind, nach der Färbung mit Hämatoxylin aber sehr schön hervortreten.

Sehr augenfällig sind die ausserdem im Faden enthaltenen stark lichtbrechenden, kugeligen Körper, in welchen Pringsheim die Kerne vermuthete. Dieselben sind gewöhnlich so gross, dass sie die Einschnürungen eben nicht mehr passiren können, und wechseln ihren Ort langsamer als der übrige plasmatische Zellinhalt. Besonders oft liegen sie in der Nähe der Strikturen, die sie manchmal völlig verschliessen. Specielleres über diese Körper gibt Pringsheim (Beitr. zur Morph. u. System. der Algen, Jahrb. f. w. Bot. II. p. 230 u. ff.).

Die Sporangien entstehen am Ende der Fäden aus einem oder mehreren hintereinander liegenden Fadengliedern.

Ihre Ausbildung beginnt mit einer mehr oder minder voll-

ständigen Erfüllung der anschwellenden Glieder mit Protoplasma. An den verengten Stellen bilden sich Scheidewände, welche an Dicke die Seitenwandungen des Fadens um mehr als das Doppelte übertreffen und nach beiden Seiten allmählich in dieselben auslaufen (Fig. 9). In der eingeschlossenen Protoplasmamasse finden anfangs noch unregelmässige Bewegungen statt, indem sich vielfach wechselnde, unbestimmt geformte Zusammenballungen bemerkbar machen, während welcher der kugelige Körper verschwindet. Statt seiner finden sich später mehrere kleinere von ähnlichem Ansehen. In inhaltärmeren Sporangien ist auf diesem Stadium eine längsstreifige Gruppirung des Plasmas häufig.

Eine bestimmte Anordnung der Plasmaklumpen bleibt endlich stabil. Ihre Grenzen werden durch Körnerlinien gebildet, die den bei Dictyuchus erwähnten gleichen. Das erste auffälligere Zeichen der beginnenden Differenzirung ist die Zerklüftung des Protoplasmas durch grosse Vacuolen. Dieselben stellen meist unregelmässige Spalten dar und wechseln sehr in Gestalt und Grösse, treten aber stets an die Stelle eines Theiles der Körnerlinien, welche ihrerseits nur mehr an den von Vacuolen freien Stellen erkennbar sind. Sehr anschaulich schildert A. Braun in der „Verjüngung in der Natur“ (p. 287) die Entstehung und häufigste Anordnung solcher Vacuolen für ein Saprolegniasporangium. Seine oben (p. 255—256) reproducirte Darstellung passt vollkommen auf inhaltärmere Leptomitussporangien. Die „Verschmelzung der Höhlungen“ geschieht durch Spaltung des Protoplasmas längs dem Verlaufe der Körnerplatten. Daraus muss, wenn nur eine Reihe hintereinander liegender Sporen gebildet wird, was bei Leptomitus meistens geschieht, die „wellenförmige“ Anordnung resultiren (Fig. 11).

In inhaltreicheren Sporangien verschmelzen die Vacuolen nicht, sondern liegen, durch Plasmabrücken getrennt, etagenartig über- und nebeneinander. In den Zwischenstücken sieht man dann, soweit dieselben nicht den späteren Sporen entsprechen, die Körnerlinien (Fig. 12). Die jetzt vorhandene Theilung des Plasmas kann lange bestehen bleiben, woraus es sich erklärt, dass Pringsheim, Braun und Andere in bestimmten Fällen, nämlich bei inhaltarmen Sporangien, die Sporenbildung mit ihr für beendet hielten; in anderen

dagegen, bei inhaltreicheren Sporangien, sie als „schaumigen Zustand“ an den Beginn derselben setzten.

Normal erfolgt die Weiterbildung ähnlich wie bei Dictyuchus. Das Verschwinden der Sonderung lässt sich besonders gut beobachten, wenn man Sporangien der Art vor sich hat, wie sie A. Braun beschreibt. Man sieht „die Halbkugeln“ aufquellen, bis nur noch einige an den Umkehrpunkten der hyalinen Wellenlinie persistirende helle Flecke andeuten, dass eine Sonderung vorhanden war. Das Protoplasma ist zugleich gleichmässiger körnig geworden und erfüllt jetzt das ganze Sporangium, einerlei, ob früher ein axiler plasmaleerer Raum vorhanden war oder nicht (Fig. 13). Vacuolenbildung findet bei Leptomitus auf diesem Stadium nur in geringem Masse statt. Neben den erwähnten hellen Flecken entstehen nur noch einige wenige etwa an den Stellen, welche bestimmt sind, später die Mittelpunkte der Sporen zu werden. Sehr bald treten wieder Körnerplatten in derselben Anordnung wie die früheren auf. Sie entstehen übrigens nicht alle zugleich, sondern zuerst wird das Plasma in grössere Stücke zerlegt, die sich dann weiter theilen, bis die Portionen die Sporengrösse erreicht haben. Charakteristisch ist dabei für das Aussehen der Sporangien der fast immer schiefe Ansatz der Körnerplatten an die Sporangienwände.

Die fertigen Sporen, deren jede eine Vacuole besitzt, runden sich an den Ecken ab und drängen sich oft dicht aufeinander, wobei an der Basis des Sporangiums oft ein ziemlich grosser, plasmaleerer Raum entsteht. Auch auf diesem Stadium sind sie jedoch durch sehr schmale, helle, hyaline Streifen getrennt.

Die Zellwand hatte schon ziemlich früh an irgend einer Stelle eine cylindrische Ausstülpung — etwa so lang wie das halbe Zelllumen breit — getrieben. Jetzt liegt sie häufig den Sporen dicht an, wie die Dictyuchusmembran vor ihrem Verschwinden (Fig. 14). Wenige Augenblicke vor dem Austreten haben die Sporen sich wieder etwas von einander getrennt, dann drängen sie sich, eine nach der anderen, durch den engen Fortsatz, der sich an der Spitze geöffnet hat. Nach einigen unbestimmten, schwankenden Bewegungen entfernen sie sich nach verschiedenen Richtungen.

Die Zellwand erhält nach dem Ausschwärmen ihre ursprüngliche Gestalt wieder.

Zellkerne lassen sich in jedem Entwicklungsstadium des Sporangiums leicht und sicher nachweisen. Näheres darüber soll am Schlusse mitgetheilt werden.

b) Saprolegnia.

Wie schon oben bemerkt wurde, geht die Sporenentwicklung der untersuchten Saprolegnien (S. monoica Pringsh. und andere Formen der S. ferax Pringsh.) im wesentlichen wie die von Leptomitus vor sich. Einige Unterschiede sind nur dadurch bedingt, dass sie in der Regel mehr Sporen bilden, und dass sich während des homogenen Zustandes die wechselnden Vacuolen einfinden. Die in älteren Culturen auftretenden unregelmässig gestalteten Sporangien entwickeln sich wie die andern; nur kommen bei ihnen häufiger Anomalien beim Sporenaustritt vor. Den letzteren, sowie Schwärmen und Häutung der Sporen hat Leitgeb ausführlich und richtig bei seiner Gattung Diplanes (S. ferax Pringsh.) beschrieben (Pringsh. Jahrb. VII. p. 376 u. ff.).

Nach dem Gesagten kommen die Angaben von Unger und Walz den Vorgängen, welche sich bei der Sporenbildung der Saprolegnien thatsächlich abspielen, am nächsten. Die beiden genannten Forscher sind die einzigen, welche ein mehr oder weniger vollkommenes Verschmelzen der bei der ersten Sonderung gebildeten Theile als normal ansehen. Unger erwähnt auch die nach dem „Aufquellen" der Sonderungsstücke erscheinenden Vacuolen, und so dürfte hier der erste Beobachter genauer gesehen haben, als alle Späteren. Dass er kein vollkommenes Verschwinden der Trennung beschreibt, hat wohl darin seinen Grund, dass die Körnerplatten der zweiten Sonderung gerade bei Saprolegnia sehr rasch nach dem Zusammenfliessen auftreten.

Pringsheims Beobachtung, dass, wenn man einen Druck auf ein Sporangium, „in welchem sich die beweglichen Sporen bereits gesondert haben", ausübt, dieselben sogleich ineinander verschwimmen und „wie vor der Sonderung ein gleichartiges, ungetheiltes Plasma bilden", ist richtig. Nach Aufhebung des Druckes trat die Sonderung wie vorher auf, oder die hellen Flecke und Vacuolen erschienen; aber meist ohne, dass dann Weiterentwicklung erfolgte. Nur

in seltenen Fällen ging die Sporenbildung dabei ihren normalen Gang.

Jedenfalls ist die Möglichkeit vorhanden, dass Pringsheim bei einigen seiner Versuche die normale Sporenentwicklung gesehen, das in der That regelrechte Homogenwerden aber für ein Zeichen gestörter Formung gehalten hat. Seine Abweisung der Unger'schen Gallerte ist nicht gerechtfertigt. Es kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, dass dieselbe mit der heute allgemein anerkannten Zwischensubstanz identisch ist.

Von Strasburgers Beobachtungen über anomale Sporangienentwicklung gilt dasselbe wie von denen Pringsheims. Auch er sah die doppelte Sonderung und hielt sie für eine Störungserscheinung. Die kleinen Vacuolen erwähnt keiner von Beiden. Die Schilderung Strasburgers ist bis zur Vollendung der ersten Sonderung durch die breiten Streifen sehr genau, bricht aber dann ab, um gleich zum Sporenaustritt überzuspringen.

3. Achlyagruppe.

Der Untersuchung wurden unterworfen: Achlya prolifera Nees, Achlya oblongata de Bary n. sp. und Aphanomyces laevis de Bary. A. oblongata ist von A. prolifera besonders durch die ovale Form der Oogonien und den Bau der reifen Oosporen unterschieden.

a) Die Achlyaarten schliessen sich in der Formung des Protoplasmas ihrer Sporangien an Dictyuchus und Leptomitus an, zeigen aber doch einige Eigenthümlichkeiten.

Zunächst sind ihre Sporangien meist mit dichterem Inhalte erfüllt, und damit im Zusammenhang die hyalinen Streifen der ersten Sonderung schmäler als bei den genannten Arten. Die Vacuolen, welche nach dem Zusammenfliessen auftreten, sind in grosser Zahl vorhanden und so klein, dass man sie leicht für Kerne ansehen könnte, wenn sie nicht fortwährend wechselten. De Bary beschreibt in dem oben citirten Aufsatze über Achlya prolifera Nees die Sporenbildung dieser Pflanze sehr genau bis zu dem Stadium, welchem das Homogenwerden folgen sollte. Letzteres und die Vacuolenbildung werden jedoch nicht erwähnt, sondern nach einer Schilderung des Verhaltens der Querscheidewand heisst es weiter: „die Sporen-

masse, deren Theile mittlerweile feinkörniger und daher merklich durchsichtiger geworden sind, zieht sich nun allmählich von den Wandungen des Sporangiums ab, nach der Mitte hin zusammen und zwar in dem Masse, dass die Contouren der einzelnen Sporen vollkommen undeutlich werden.“ Der hier beschriebene Zustand kann nicht mit unserem homogenen verwechselt werden. Dieser tritt vielmehr ein, ehe die Theile der Sporenmasse „feinkörniger und merklich durchsichtiger“ geworden sind, und jener ist eine specielle Eigenthümlichkeit der Achlyaarten. Es ist für unseren homogenen Zustand ganz charakteristisch, dass während seiner Dauer das ganze Sporangium bis auf die kleinen Vacuolen mit körnigem Inhalte erfüllt erscheint. Die erste Sonderung kann wandständig stattfinden, wie sie A. Braun für Saprolegnia beschreibt; bei der definitiven wurde dies niemals beobachtet. Auch das Zurückweichen des Plasmas im Sporangium der Achlya von der Membran erfolgt erst nach dem Auftreten der zweiten Körnerplatten. Dieselben entstehen, wie bei Leptomitus, nicht alle simultan, sondern auch hier begrenzen sie anfangs grössere Protoplasmaportionen, die sich nachträglich weiter theilen.

Die Isolirung der Sporen innerhalb der an die Stelle der Körnerplatten getretenen hyalinen Zwischensubstanz findet nicht an allen Punkten ihres Umfanges gleichzeitig statt. Noch beim Austritt hängen sie theilweise zusammen, wie namentlich deutlich an den hintereinander liegenden sichtbar ist. Man sieht die spitzen Enden der mit dem Beginn der Bewegung in der Richtung der Längsaxe des Sporangiums spindelförmig gewordenen Sporen durch eine hyaline Masse ineinander übergehen. Während des Austritts wird dieselbe zwischen je zwei Spindeln in einen längeren oder kürzeren Faden ausgezogen, dessen Reissen die Sporen, deren seitliche Trennung inzwischen stattgefunden, ganz frei macht. Weitere Einzelheiten in Bezug auf den Akt des Austretens giebt de Bary (l. c. p. 489).

Vor der Oeffnung des Sporangiums angelangt, runden sich die Sporen ab und ruhen nun in der sie umgebenden und zusammenhaltenden Zwischensubstanz, während sich ihre Zellhäute bilden. Cilien waren bis jetzt keine sichtbar. Cornu's Angabe (Annales d. sc. s. V. t. 15, 1872 p. 11), dass solche während des Austritts

schon vorhanden seien, beruht vielleicht auf einer Verwechselung mit den allmählich verlängerten Fäden, welche die Sporen zu dieser Zeit verbinden.

b) Aphanomyces laevis.

Ueber die Sporangienbildung der Aphanomycesarten ist seit de Bary's Untersuchung (Pringsh. Jahrb. II., Einige neue Saprolegnieen p. 171 ff.) keine weitere Beobachtung gemacht worden. Seine Darstellung liegt hier zu Grunde.

Die sporenbildenden Fäden sind gleich dick, oder wenig dicker als die vegetativen und liefern je ein sehr langes cylindrisches Zoosporangium, dessen hinteres Ende meist im Substrat verborgen ist. Die Sporen bilden sich in einer Reihe hintereinander. Das körnige Plasma sondert sich in Portionen, die drei bis vier mal so lang als der Durchmesser des Schlauches sind und durch hyaline Partieen getrennt werden, welche nur hier und da spärliche Körnchen enthalten.

„In den dichteren, dunkleren Querzonen," schreibt de Bary, „ist übrigens das stets wandständige Plasma zunächst nicht gleichmässig vertheilt, sondern in unregelmässigen, länglichen, in der Mitte dickeren Streifchen angesammelt, welche durch schmale, helle Längsfurchen getrennt sind. In diesem Zustande bleibt der Schlauch eine Zeit lang unverändert. Mit einem Male beginnt in der dichten Plasmazone eine Bewegung. Die getrennten Streifchen einer jeden vereinigen sich zu einer gleichmässig körnigen, oben und unten ziemlich scharf abgegrenzten Masse."

In dieser Masse treten sofort lebhaft wechselnde kleine, runde Vacuolen auf, in grosser Zahl, nach deren Erscheinen das Plasma sich an einzelnen Stellen mehr (namentlich über der Mitte der körnigen und hyalinen Zonen), an anderen weniger, von der Schlauchwand zurückzieht. Dieses Stadium wird ziemlich rasch durchlaufen und ist unmittelbar von der Trennung der Sporen gefolgt. Die hyalinen Partieen schnüren sich in der Mitte ein, bis sie zuletzt nur noch feine, die Sporen verbindende Fäden darstellen. „Die Einschnürung des Primordialschlauches erfolgt ungemein deutlich. Die Strikturen sind weit und flach, so dass die zwischen je zweien liegenden Stücke beiderseits verschmälert erscheinen."

Beim Austritt werden die Sporen spindelförmig, wie die der

Achlya. „Beide Enden werden spitz und fein ausgezogen, mögen sie nun vorher noch durch den verbindenden Faden zusammengehangen haben oder gänzlich frei gewesen sein.“

Die Hauptunterschiede der beschriebenen Zoosporenentwicklung gegenüber der von Achlya sind das Fehlen der Körnerplatten und das Unterbleiben der Verschmelzung der Sporen untereinander, während das Plasma homogen wird. Beide Punkte stehen vielleicht mit der grösseren Schnelligkeit der Entwicklung und der Einfachheit der Verhältnisse bei Aphanomyces im Zusammenhang. Sehr inhaltarme Saprolegniasporangien zeigten Strasburger dieselben Sonderungserscheinungen (l. c. p. 57), wenigstens soweit es sich um das Fehlen von Körnerplatten handelt.

Ueber die Bildung der Zwischensubstanz kann zu dem von de Bary angegebenen nichts Neues zugefügt werden (vgl. oben I. p. 257).

4. Phytophthora.

In den Annales d. sc. nat. 1863 t. XX. gibt de Bary für die Entwicklung der Zoosporen der Peronospora oder Phytophthora infestans nur an, dass einige Stunden nach der Aussaat in Wasser das Plasma der Conidien sich durch feine Linien theilt. Jeder der Theile umfasst eine centrale Vacuole und schwärmt als Spore aus. Der definitiven Sonderung gehen indess auch hier anderweitige Sonderungsvorgänge voraus.

Zuerst erscheinen in dem nur gegen die Spitze hin durchsichtigeren Inhalte der Conidie die Körnerplatten. Dann treten hyaline Stellen von verschiedener Gestalt und Grösse auf, welche dem Plasma das bekannte schaumige Ansehen verleihen. Dieselben liegen vorzugsweise an den Ecken der Maschen des Körnernetzes und zerklüften so, da sie nicht alle rund sind, das Protoplasma in unregelmässige Stücke. Ihrem ganzen Verhalten nach sind sie den grossen Vacuolen in den Leptomitussporangien äquivalent. Nach einer Weile (Minuten bis eine halbe Stunde) verschwinden sie, worauf der ganze Sporangiuminhalt bis auf einige helle Flecke homogen körnig erscheint und wieder überall die Membran berührt, von welcher er sich während der Vacuolenbildung stellenweise zurück-

gezogen hatte. Jetzt erfolgt die definitive Sonderung und der Sporenaustritt in der von de Bary geschilderten Weise.

Ob der Theilung durch „feine Linien“ auch Körnerplattenbildung vorausgeht und ob Zwischensubstanz vorhanden ist, konnte durch directe Beobachtung nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch ist es wohl anzunehmen.

5. Cystopus.

Die Abweichungen, welche Cystopus candidus in seiner Zoosporenbildung Phythophthora gegenüber zeigt, beruhen wohl zum Theil auf der Eigenartigkeit des in seinen Conidien enthaltenen Protoplasmas. Dasselbe ist wasserhell und nur spärlich mit Körnern versehen.

Eine bis $1^1/_2$ Stunden nach der Aussaat in Wasser beginnt die Inhaltsformung, nachdem das anfangs runde Sporangium flaschenförmig geworden ist. Zwischen den Vacuolen verschiedener Grösse, die schon vorher wechselnd aufgetreten waren, zeigen sich dunkle Körner in dem Plasma, welche zu bald mehr, bald weniger regelmässigen Linien angeordnet sind. Dass eine Vertheilung der Linien, welche mit der Lagerung der späteren Sporen in bestimmter Beziehung stünde, häufiger wiederkehre oder stabiler sei als eine andere, wurde nicht beobachtet. Auch die Vacuolen zeigen in ihrer Lage keinen derartigen Zusammenhang. Meistens liegen sie zu dreien oder vieren dicht beisammen im Centrum der Conidie. Sehr häufig sind sie aber auch wandständig. Im allgemeinen erscheinen sie mehr an dem dem „Flaschenhalse“ abgewandten Ende als am anderen.

Ungefähr gleichzeitig mit dem Auftreten der dunkleren Körner zieht sich das Protoplasma aus dem Fortsatze zurück, welcher dafür mit einer stark lichtbrechenden Substanz angefüllt wird. Auch von den übrigen Theilen der Wand löst es sich hier und da ab. Häufig vereinigen sich die Vacuolen zu einem oder zwei besonders grossen, hellen, runden Flecken, welche langsam kleiner werden und verschwinden. Zugleich dehnt sich das Plasma aus, bis es wieder das ganze Sporangium mit Ausnahme des Fortsatzes erfüllt, und wird nun durch Körnerplatten, welche bald in continuirliche Wände übergehen, in die Sporen zertheilt. Jede derselben erhält einen der

hellen Flecke, welche gleich nach dem Homogenwerden aufgetreten waren.

In den meisten Fällen sind die Sporen beim Austritt noch in enger Verbindung miteinander und entfernen sich so ziemlich weit von der Conidie. Ihre Cilien, welche so lang sind wie die ganze Conidie, sind schon sichtbar und bewegen sich lebhaft. Nicht weit von ihrem Ende erschien in mehreren Fällen eine knopfförmige Anschwellung, welche nicht (wie vielleicht die von Leitgeb bei den Sporen von Dictyuchus monosporus beobachtete) durch Umschlagen der Spitze der Cilie gebildet sein konnte, da diese zugleich frei sichtbar war. Möglicherweise könnten bei der Sporenbildung übrig gebliebene Inhaltskörnchen an die Cilien sich angehängt haben, aber diese Vermuthung ist sehr unwahrscheinlich, da sonst nirgends von einem derartigen Reste etwas bemerkt wurde.

Wenn jede einzelne Spore ihre eigene Bewegung und vollkommen scharfe Umrisse erlangt hat, werden alle noch eine Weile durch eine sehr dünne Schicht hyaliner Zwischensubstanz zusammengehalten. Dann schwimmen sie nach allen Richtungen davon.

Nach de Bary kommt es vor, dass die Sporen, wenn sie das Sporangium verlassen, vor dessen Oeffnung noch eine Zeitlang von einer weiten, hyalinen, sehr zarten Blase umschlossen sind, in deren Centrum sie dann durch die Zwischensubstanz zusammengehalten werden. Jedenfalls ist die letztere hier weit weniger zähe und leichter löslich als bei Aphanomyces und Achlya. (Annales des sc. 1863 t. XX.).

6. Pythium.

Die Zoosporenbildung der Pythien wurde zuerst beschrieben von Pringsheim (Beitr. zur Morphologie und Systematik der Algen. Jahrb. I. p. 287 ff.), dann von de Bary (Einige neue Saprolegnieen Pringsheims Jahrb. II. p. 183 ff.) und zuletzt von R. Hesse (Pythium de Baryanum p. 19 ff.). Die Darstellungen der beiden Letztgenannten sind hier zu Grunde gelegt, da sie bei weitem ausführlicher sind als die von Pringsheim.

Die Pythiumarten bilden bekanntlich dünne Fäden im Innern und auf der Oberfläche von im Wasser faulenden Pflanzentheilen und Insekten. Die Sporangien entstehen an den Enden langer, vom

Substrat gerade abstehender Aeste meist (vgl. Pythium gracile unten) als kugelige oder ovale Anschwellungen, welche da, wo sie in den Faden übergehen, durch eine Querwand begrenzt werden. Ihre Membran ist etwas dicker als die der übrigen Fadentheile.

a) Pythium proliferum.

Bei genauer Beobachtung lassen sich als Beginn der Sonderung in den runden Sporangien dieser Pflanze Spuren eines Körnernetzes wahrnehmen. In einigen Fällen waren Maschen sichtbar, welche die Sporen zunächst an Grösse übertrafen, aber rasch weiter getheilt wurden. Meist jedoch wurde ein Netz nur angedeutet durch untereinander nicht mehr zusammenhängende Gruppen geradlinig aneinander gereihter Körnchen. Charakteristisch ist das Erscheinen von ziemlich äquidistanten Vacuolen und hellen Stellen, die häufig um eine besonders grosse Vacuole regelmässig gruppirt sind. Nach dem Auftreten derselben ist gewöhnlich jede Spur des Körnernetzes verschwunden. Die hellen Stellen entsprechen etwa ihrer Zahl nach den späteren Sporen. Sie bleiben bestehen, bis der Inhalt des Sporangiums, durch dessen engen cylindrischen Fortsatz auszutreten beginnt. Der Fortsatz wird mitunter länger als der halbe Durchmesser des Sporangiums und erreicht etwa die Dicke eines Mycelfadens. An die Stelle des in ihm anfangs enthaltenen Protoplasmas tritt in seinem vorderen Theile allmählich eine hyaline Substanz. Die hellen Flecke sind nur während des Durchtritts durch den Isthmus unsichtbar.

Sobald das Plasma in der durch Aufblähen des Fortsatzendes entstandenen zarten Blase liegt, erscheinen sie wieder. Kleine Vacuolen, wie bei Dictyuchus, wurden nach dem Austritt nur ausnahmsweise beobachtet. Wenn sie vorhanden waren, wechselten sie sehr lebhaft und verschwanden bald. Der ausgetretene Plasmakörper übertrifft das Sporangium nicht unbeträchtlich an Länge des Durchmessers. Am stärksten ist die Volumzunahme nach Vollendung des Austritts. Sie führt aber nicht zur Sprengung der hyalinen Umhüllungsblase, sondern diese wird entsprechend weiter, so dass stets noch ein schmaler freier Raum zwischen ihr und dem eingeschlossenen Plasma bleibt.

In diesen Raum treten von mehreren getrennten Stellen der Peripherie des Plasmaklumpens aus in lebhafter undulirender Be-

wegung begriffene Fäden. Dieselben entsprechen nach allen Beobachtungen den Cilien der Sporen, welche also hier, ehe irgend eine sichtbare Sonderung eintritt, angelegt werden.

Bald wird nun der Umriss des Plasmaklumpens unregelmässig. An seiner Peripherie zeigen sich Einschnitte, während zugleich helle Streifen die Grenzen der einzelnen Sporen anzudeuten beginnen. Ob vorher Körnerlinien vorhanden waren, liess sich nicht entscheiden. Wenn solche fehlen, liegt hier vielleicht ein ähnlicher Theilungsvorgang wie bei Aphanomyces vor. Der Umstand, dass die Trennung hier wie dort schneller erfolgt, als da, wo Zellplatten auftraten, würde diese Ansicht unterstützen.

Die Substanz der hellen Streifen wird so verändert, dass die wackelnde Bewegung, welche die ganze Plasmamasse bald nach dem Austritt aus dem Sporangium angenommen hatte, nun auf die den einzelnen Sporen entsprechenden Portionen übergehen kann. Dieselben schaukeln immer schneller von einer Seite zur anderen bis sie, unter Verschwinden der umhüllenden hyalinen Blase, nach allen Seiten davon schwimmen. Eine jede besitzt eine Vacuole an der Seite, welche, so lange sie innerhalb der Blase weilte, der Peripherie dieser letzteren zugekehrt war.

b) Pythium intermedium stimmt mit P. proliferum in Bezug auf die erwähnten Vorgänge ganz überein.

c) P. gracile zeigt Sporangien gestaltet wie die von Aphanomyces, schliesst sich aber in allen Stadien der Sporenbildung an die übrigen Pythien an. Nur wurde mitunter beobachtet, dass der Inhalt der Sporangien schon vor dem Austreten in vollkommen getrennte Portionen zerfallen war. Vorne convex und scharf abgegrenzt liefen die dem Grunde des Fadens zugewandten Enden derselben dünn aus. Nach dem Austritt vereinigten sich diese Stücke wieder, worauf die Sporenbildung wie bei den anderen beobachteten Pythien weiterging.

Bei den drei untersuchten Pythien berührten sich die Sporen nach Vollendung ihrer Ausbildung nicht direkt. Sie waren stets durch schmale Streifen einer sie zusammenklebenden hyalinen Substanz getrennt, von der hier Alles gilt, was über die gleiche Materie bei Cystopus gesagt worden ist.

7. Peronospora densa und P. macrocarpa.

Die „Keimung“ der Conidien dieser Pflanzen wird sehr befördert, wenn man dieselben nach der Aussaat in Wasser in einen dunkeln Raum bringt. Nach einigen (1—6) Stunden kann man dann unter dem Mikroskop die Weiterentwicklung beobachten (Ann. des sc. nat. s. IV. t. XX. p. 40.) De Bary beschreibt (l. c. p. 38) den Beginn derselben wie folgt: „Le protoplasma d'abord uniformément distribué dans toute la conidie paraît parsemé de vacuoles semi-lenticulaires presque équidistantes et dont la face plane est immédiatement appliquée à la périphérie du protoplasma. Les vacuoles sont au nombre de seize à dix-huit dans la Peronospora macrocarpa. Dans la P. densa il y en a moins et elles sont moins visibles.“ Während diese Vacuolen verschwinden, tritt der ganze Sporangiuminhalt langsam aus, um als Kugel vor der Oeffnung liegen zu bleiben. Die Vacuolen erscheinen wieder, werden aber bei dem bald eintretenden Beginne der Schlauchkeimung mitunter zum zweiten Male unsichtbar.

8. Mucor Mucedo.

Die Mucorsporangien konnten nicht lebend untersucht werden, da sie unter Wasser sich nicht weiter entwickelten. Die Vorgänge bei der Sporenbildung wurden nach Alkoholpräparaten zusammengestellt.

Da die grossen Mucorköpfe wegen ihrer Undurchsichtigkeit sich zur Beobachtung wenig eignen, mussten die kleineren, welche in älteren Culturen und nach Verstümmelung der Hauptfruchtträger erscheinen, benutzt werden. Dieselben sind, ausser durch die Grösse, durch geringere Dichtigkeit des Stachelüberzuges und schwächere Wölbung der Columella von jenen unterschieden, liefern aber ganz normale Sporen. Der Umstand, dass ihre Membran mitunter längere Zeit erhalten bleibt, kann wohl keine Aenderung in den Theilungsvorgängen im Plasma bedingen. Bei Dictyuchus clavatus wenigstens bleiben die Sonderungserscheinungen ganz dieselben, gleichviel, ob die Membran verschwindet oder nicht.

Nachdem das junge Sporangium sich mehr oder weniger mit Protoplasma erfüllt und vom übrigen Faden in der bekannten Weise

abgegrenzt hat, tritt eine netzförmige Sonderung durch Körnerplatten ein, welche den hier ziemlich gleichmässig körnigen Inhalt in mehrere grosse Felder theilen (Fig. 16). Diese werden ebenso weiter gespalten, bis die Stücke die Grösse der späteren Sporen erreicht haben (Fig. 16a). Auf einem weiteren Stadium sind die Portionen durch ziemlich breite, hyaline Streifen getrennt, ohne selbst schon scharf begrenzte Umrisse zu besitzen (Fig. 17 u. 18).

Die Aufeinanderfolge der übrigen beobachteten Zustände ist, wenn man von aller Analogie mit den Saprolegnieen absehen will, sehr schwer zu bestimmen. Das Vorhandensein oder Fehlen der Stacheln auf der Aussenseite der Sporangiummembran gibt keine Andeutung, da dieselben manchmal ganz fehlen oder schon sehr früh auftreten. Mit Sicherheit lässt sich nur sagen, dass eine kurze Zeit hindurch der Inhalt des Sporangiums ganz den Anblick gewährt, wie der eines solchen von Dictyuchus zwischen der ersten und zweiten Sonderung: im übrigen homogen-körniges Plasma von kleinen Vacuolen durchsetzt (Fig. 19). Fernerhin findet man scharf begrenzte Plasmaportionen von der Grösse der Sporen, aber noch ohne derbe Membran, in der hyalinen Grundmasse liegen, und endlich die Sporen selbst mit fester, doppelt contourirter Haut und stark lichtbrechendem Inhalte.

Ob diese Zustände sich mit denjenigen der Saprolegnieen, welche ihnen ähnlich sehen, mit Recht vergleichen lassen, ist für die Frage nach der Entstehung der Zwischensubstanz gleichgültig. Die Zwischensubstanz tritt, soweit es sich beurtheilen lässt, an die Stelle der Körnerplatten und ist beim ersten Beginne der Sonderung noch nicht vorhanden. Sie wird also nicht mit den Sporen zugleich aus dem Gesammtprotoplasma der Sporangien angelegt, wie Brefeld angibt (Schimmelpilze, Heft I., vgl. auch oben p. 258).

III.

1. Nachdem durch die mitgetheilten Beobachtungen die Vorgänge, welche sich bei der Sporenbildung der Phycomyceten abspielen, dargelegt worden sind, und sich herausgestellt hat, dass die-

selben nicht unerheblich von den bisherigen Anschauungen differiren, fragt es sich jetzt, ob sie trotzdem unter den von Strasburger aufgestellten Begriff der Zelltheilung fallen.

Mehrere gut unterscheidbare Fälle von Sporenbildung fanden sich bei den untersuchten Pflanzen.

a) Im ersten wurde eine Mehrzahl von Sporen innerhalb des Sporangiums bis zu mehr oder weniger vollständiger Isolirung ausgebildet. Dabei finden in den meisten Fällen die Vorgänge statt, welche im Folgenden unter Anwendung der Terminologie Strasburgers kurz zusammengefasst werden.

Unter Auftreten von Zellplatten theilt sich der gesammte Inhalt des Sporangiums — nicht immer simultan — in etwa gleich grosse, meist nicht regelmässig begrenzte Portionen. Die Zellplatten verquellen ganz oder theilweise (Leptomitus) zu einer hyalinen Masse und verschwinden endlich wieder. Gleichzeitig ändert sich die Struktur des ganzen im Sporangium enthaltenen Protoplasmas. Dasselbe wird gleichmässiger körnig und durchsichtiger, als es früher war, wobei etwa gleich weit von einander abstehende, kleine, runde Vacuolen meist in grosser Zahl auftreten. Nach deren theilweisem Verschwinden erscheinen von neuem Zellplatten, anscheinend in derselben Anordnung wie die rückgebildeten. Die von ihnen abgegrenzten Plasmaportionen enthalten je eine der kleinen Vacuolen und bilden das Plasma der späteren Sporen. Die Zellplatten werden entweder ausschliesslich zur Bildung von deren Cellulosemembranen verwandt (Dictyuchus monosporus) oder gehen ganz in Zwischensubstanz über (Saprolegnia, Leptomitus, Cystopus). In einem dritten Falle, der durch Mucor Mucedo, Dictyuchus clavatus, Achlya repräsentirt wird, muss dahingestellt bleiben, ob die Zellplatten die Zwischensubstanz und die Sporenmembranen liefern, oder ob die letzteren später von dem Sporenplasma abgeschieden werden.

Bei Aphanomyces treten keine Zellplatten auf. Wie in diesem Falle die Zwischensubstanz gebildet wird, dürfte schwer zu sagen sein. Man ist versucht, zur Erklärung ihrer Entstehung den von Strasburger bei inhaltarmen Saprolegniasporangien beobachteten Vorgang heranzuziehen, auf welchen schon oben (II. p. 273) hingewiesen wurde. In „Zellbildung und Zelltheilung“ heisst es (III. Aufl. p. 57): „Ich habe Fälle beobachtet, wo bei sehr geringem Inhalte

der Sporangien die Schwärmer in messbaren Entfernungen von einander sich bildeten. Das Protoplasma zieht sich dann auf die Concentrationspunkte zurück, die alsbald nur noch durch schwache Protoplasmanetze verbunden erscheinen, auch diese werden schliesslich eingezogen. In diesem Falle werden deutliche Zellplatten nicht gebildet, die Zwischensubstanz nichtsdestoweniger zwischen den werdenden Zellen aus zerstreuten Elementen erzeugt. In einem Falle konnte ich das recht schön constatiren. Da quollen plötzlich die in messbaren Entfernungen von einander angelegten Schwärmer rasch auf bis zur gegenseitigen Berührung. Sie platteten sich gegen einander ab und wurden polygonal, blieben aber durch helle Substanzstreifen getrennt, ganz so, als wären sie in seitlicher Berührung entstanden."

Die Entstehung der Zwischensubstanz bei Aphanomyces könnte der beschriebenen analog stattfinden. Andernfalls würde diese Masse hier nach der von de Bary ausgesprochenen Ansicht als Sekret der fertigen Sporen aufzufassen sein.

Sehr gross ist der Unterschied zwischen den beiden Auffassungen nicht.

Die Rückbildung der provisorischen Zellplatten der ersten Sonderung findet ihr Analogon in den von Strasburger (l. c. p. 151) beschriebenen Vorgängen bei der Entstehung des Pollens vieler Phanerogamen und der Sporen der Gefässkryptogamen Psilotum triquetrum, Ophioglossum und Equisetum limosum. In den Pollen- resp. Sporenmutterzellen dieser Pflanzen wird überall nach erfolgter Zweitheilung des Kerns eine „primäre Zellplatte" gebildet, welche später wieder verschwindet. Sie entsteht in den meisten Fällen innerhalb der Verbindungsfäden, wird aber oft nicht mit diesen zugleich unsichtbar, sondern verwandelt sich vorher in eine „feinkörnige, breite Schicht" (Asphodelus luteus l. c. p. 151—152), die vielleicht mit unserer hyalinen Trennungsschicht verglichen werden darf.

Bei Reseda u. a. hat Strasburger im Embryosack bei der Endospermbildung transitorische Zellplatten beobachtet. Bei Caltha palustris „kommt es sogar hier und da bis zur Bildung einer quellbaren Scheidewand aus Cellulose, die später wieder resorbirt wird." (l. c. p. 22.)

In Bezug auf die Bildung der Sporenmembranen ist von Interesse

die Angabe Hegelmaier's über die Endospermbildung von Lupinus (bot. Zeit. 1879 p. 132). Dieselbe findet nur in der Umgebung des Keims statt. Dort sondert sich, nach Hegelmaier, die Plasmasubstanz in körnige, verschieden geformte Stücke und eine wasserhelle, dieselben trennende Grundmasse. In dieser sollen dann die Grenzlinien der Zellen auftreten.

Strasburger meint, dass es sich hier nicht um eine Trennung in der Substanz des Plasmas handelt, vielmehr „um die Bildung sehr quellbarer, die Plasmamasse auseinander drängender Zellplatten", deren resistenter gewordene Mittellamellen die beobachteten Trennungslinien seien. Analog damit lässt sich die Bildung der ersten Membran der Saprolegnieensporen vielleicht als eigenthümliche Veränderung gewisser Schichten der Zwischensubstanz auffassen.

Bei Dictyuchus, Achlya und Aphanomyces liegt dies sehr nahe und bei Saprolegnia weist der Umstand, dass das Schwärmen vor der Häutung viel schwerfälliger geschieht und viel kürzer andauert (1—7 Minuten) als das spätere (10—15 Minuten), wenigstens darauf hin, dass mit dem Verlassen der ersten Membran vom Sporangium her der Spore anhängende Theile abgestreift werden.

Die Entstehung der Membranen der Sporen von Mucor vergleicht Strasburger mit der „Membranbildung um Sporen und Pollenkörner innerhalb der aufquellenden Specialmutterzellenwände".

b) Die Sporenbildung von Phytophthora schliesst sich noch an die der Saprolegnieen an. Cystopus stimmt in den Sonderungsvorgängen nicht mehr mit den Saprolegnieen überein.

Bei den Pythien ist das Auftreten von Zellplatten in den meisten Fällen sehr zweifelhaft. Jedenfalls kann auch hier von einer doppelten Sonderung im Sinne der bei den untersuchten Saprolegnieen beobachteten nicht die Rede sein. Die Vacuolenbildung findet bei allen Peronosporeen fast in der nämlichen, von der der meisten Saprolegnieen verschiedenen Art und Weise statt. Die Vacuolen begleiten schon die ersten Sonderungsvorgänge (vgl. Dictyuchus monosporus) und gleichen nur in Ausnahmefällen in ihrem Verhalten den kleinen runden der übrigen Phycomycetensporangien.

c) Als ein einfachster Fall der Sporenbildung bei den Phycomyceten hat oben das Verhalten der plasmatoparen Peronosporeen Erwähnung gefunden. Dasselbe bildet den Uebergang zur einfachen

Schlauchkeimung, da man hier das Sporangium selbst auch als Spore auffassen kann, welche nach einer Häutung den Keimschlauch treibt. Das Plasma tritt langsam aus, ballt sich zu einer Kugel, umgibt sich mit Membran und keimt dann ohne weitere Bewegung.

Die sichtbaren Veränderungen, welche dabei im Protoplasma vor sich gehen, sind auf das Auftreten und Verschwinden kleiner Vacuolen und heller Stellen beschränkt; Erscheinungen, die auch bei der einfachen Schlauchkeimung der Conidie auftreten können.

2. Die Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Zellkernen in den Sporangien beschäftigte schon die ersten Beobachter der letzteren. Ihre Existenz wurde meist in Abrede gestellt. Zuweilen verwechselte man mit ihnen wohl auch die kleinen Vacuolen. Erst Schmitz (Sitzungsber. d. niederrh. Ges., 4. August 1879) und Strasburger (l. c. p. 58) machten bestimmte Mittheilungen, welche nicht wiederholt zu werden brauchen.

Die Untersuchung der Kerne stösst bei den Pilzen bekanntlich auf grosse Schwierigkeiten. Durch ihre Kleinheit treten dieselben hinter andere, ebenso verbreitete, bestimmt geformte Körper — beispielsweise seien die Schleimklumpen genannt — sehr zurück und werden leicht mit diesen oder Oeltröpfchen verwechselt. Indess liessen sich doch in einigen Phycomycetensporangien rundliche oder linsenförmige Körper, welche Nucleinreaktionen zeigten, sicher nachweisen. Sie wurden bei Behandlung des Präparates mit Hämatoxylinlösung, welche mit Glycerin versetzt war, deutlich sichtbar, leisteten künstlichem Magensaft Widerstand und verquollen in einer Lösung von kohlensaurem Natron (Zacharias, Bot. Zeit. 1881 p. 172).

Am schönsten ist das Verhalten der Kerne bei Leptomitus zu beobachten. Bei dieser Pflanze stellen sie linsenförmige, in mässiger Anzahl im Plasma vertheilte Körper mit runden Kernkörperchen dar (Fig. 15). Dieselben lassen sich in jedem Stadium der Sporangienentwicklung nachweisen.

Während der ersten Sonderung zeigen sie noch keine bestimmte Beziehung zu den späteren Sporen. In einem Sporangium, in welchem die Vacuolen zu der Braun'schen Wellenlinie angeordnet waren, lagen sie einzeln theils auf dem Gipfel, theils auf der Seite, theils auch am Grunde der wandständigen Hügel. Kurz nachdem die

definitive Sonderung begonnen hat, sieht man sie innerhalb der noch ungefächerten grösseren Abtheilungen des Plasmas vielfach zu zweien dicht nebeneinander liegen (Fig. 10), ein Umstand, der auf kurz vorher stattgefundene Theilungen schliessen lässt. Schliesslich besitzt jede Spore einen Kern. —

Die nämlichen Reagentien wurden angewandt auf die Sporangien von Dictyuchus clavatus und monosporus, die untersuchten Pythiumarten und Cystopus candidus. Ueberall — oft freilich recht undeutlich[1]) waren rundliche Körper mit den bezeichneten Eigenschaften nachweisbar. Immer erschienen sie nach Anwendung des Hämatoxylins als dunkle, nicht immer von einem hellen Hof umgebene Punkte, welche ungefähr in derselben Anzahl, wie sonst die Sporen im Plasma zerstreut waren.

Von den untersuchten fertigen Sporen schienen manche zwei Kerne zu besitzen, in anderen konnte keiner nachgewiesen werden, womit indess nicht gesagt sein soll, dass diese Sporen kernlos waren.

---

1) Nach Beobachtungen an den Conidiensporangien von Cystopus candidus thut Nigrosin (Errera, Société Belge de Microscopie, 25. Juin 1881 p. CXXXIV. etc.) bessere Dienste als Haematoxylin.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—8. Dictyuchus clavatus de Bary.

a Stelle, an welcher die das Sporangium vom Tragfaden trennende Querwand gebildet wird.

m Reste der Membranen älterer Sporangien.

In dem am weitesten links gelegenem Sporangium der Fig. 3 beginnt die erste Sonderung.

Fig. 4, 5, 6, 7, 8 successive Stadien der Sporenbildung.

Fig. 9—15. Leptomitus lacteus Ag.

Fig. 9, 11—14 successive Stadien der Sporenbildung. Das in Fig. 14 dargestellte Sporangium ist mit Hämatoxylin gefärbt. Es zeigt den schiefwinkligen

Ansatz der Trennungslinien der Sporen an die Sporangienmembran nur in geringem Grad, wurde aber doch zur Abbildung gewählt, weil es die Kerne besonders gut erkennen liess.

Fig. 15. Fadenstück mit Zellkernen.

Fig. 10. Zwei Sporangien mit Hämatoxylin und Glycerin behandelt, um das Verhalten der Kerne während der Sonderung zu zeigen.

Fig. 16—19. Mucor Mucedo.

Alkoholpräparate. Stadien der Sporenentwicklung.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

Fig. 1.
a
m
m
Fig. 2.
m
Fig. 3.
m
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 10.
Fig. 16 a.
Fig. 9.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 18.
Fig. 19.

Curriculum vitae.

Natus sum Mauritius Büsgen Weilburgae anno LVIII patre Mauritio, Matre Emilia, e gente Buderus. Urbis patriae gymnasii discipulus fui per annos novem. Anno LXXVII testimonio maturitatis instructus Bonnam me contuli. Ubi postquam duo semestria, unum deinde Berolini commoratus sum, hanc sedem Musarum Argentinensem adii. Docuerunt me viri illustrissimi Bonnae: Bernays, Clausius, de Hanstein, A. Kekulé, R. Kekulé, Kortum, Lipschitz, Radicke, v. Rath, Willmanns; Berolini: du Bois-Reymond, Eichler, Harms, Kny, Peters, Schwendener, Treitschke; Argentorati: de Bary, Benecke, Fittig, Groth, Kundt, Rose, Schmidt, Stahl, Steinmann, Vaihinger, Zacharias. Quibus viris omnibus gratias ago quam maximas; imprimis autem Antonio de Bary cum in universis meis litterarum studiis tum in hoc opusculo conficiendo optime de me merito.